

METHOD AND DEVICE FOR FORMING PATTERN IN PERIODIC ARRAY STRUCTURE

Patent number: JP2005099537

Publication date: 2005-04-14

Inventor: UCHIYAMA SHINGO

Applicant: NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE

Classification:

- international: G02B1/02; G02B5/18; G02B6/12; G02B6/13;
G03F7/20; G03F7/38; H01L21/027; G02B1/00;
G02B5/18; G02B6/12; G02B6/13; G03F7/20;
G03F7/38; H01L21/02; (IPC1-7): G03F7/38; G02B5/18;
G02B1/02; G02B6/12; G02B6/13; G03F7/20;
H01L21/027

- european:

Application number: JP20030334507 20030926

Priority number(s): JP20030334507 20030926

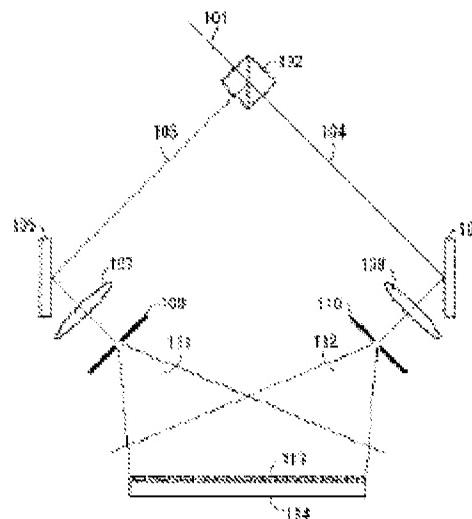
[Report a data error here](#)

Abstract of JP2005099537

PROBLEM TO BE SOLVED: To introduce a structural defect by developing a portion in the pattern of the periodic array structure exposed with high precision by an interference exposure method.

SOLUTION: In the interference exposing method which is implemented by dividing the laser light emitted by one light source into two light waves and making them interfere with each other, a chemically sensitized photosensitizer previously applied on a sample top surface is exposed in the pattern of the periodic array structure, the quantity of heat imparted to the chemically sensitized photosensitizer is given a distribution in heat treatment of PEB after the exposure of the chemically sensitized photosensitizer and before development, and the pattern of only a part given a sufficient quantity of heat in the pattern of the periodic array structure having been exposed is developed.

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-99537

(P2005-99537A)

(43) 公開日 平成17年4月14日(2005.4.14)

(51) Int.C1.⁷

GO2B 5/18
GO2B 1/02
GO2B 6/12
GO2B 6/13
GO3F 7/20

F I

GO2B 5/18
GO2B 1/02
GO3F 7/20
H01L 21/30
H01L 21/30

テーマコード(参考)

2H047
2H049
2H096
2H097
5FO46

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号
(22) 出願日

特願2003-334507 (P2003-334507)
平成15年9月26日 (2003.9.26)

(71) 出願人 000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(74) 代理人 100083194
弁理士 長尾 常明
(72) 発明者 内山 真吾
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
Fターム(参考) 2H047 KA11 LA03 PA22 PA30
2H049 AA25 AA31 AA34 AA48 AA59
CA15 CA23 CA28
2H096 AA25 BA01 BA09 FA01 GB02
JA03
2H097 AA03 BA06 CA17 EA01 LA10
5FO46 BA08 KA02

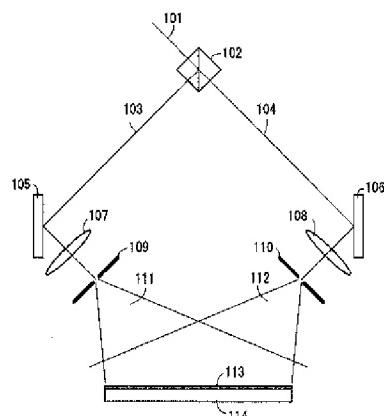
(54) 【発明の名称】周期配列構造のパターン形成方法および形成装置

(57) 【要約】

【課題】干渉露光法で精度高く露光した周期的配列構造のパターン中の一部分が現像されるようにして、構造欠陥を導入すること。

【解決手段】ひとつの光源で発生したレーザ光を2つの光波に分波し互いに干渉させて行う干渉露光法により、試料上面に予め塗布した化学増感型感光剤を周期配列構造のパターンで露光し、該化学増感型感光剤の露光後現像前のP E Bの熱処理において前記化学増感型感光剤に与える熱量に分布を持たせ、前記露光された周期配列構造のパターンの内の充分な熱量が与えられた部分のみのパターンが現像されるようにする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項1】**

ひとつの光源で発生した略コヒーレントな光を複数の光波に分波し互いに干渉させて行う干渉露光法により、試料上面に予め塗布した化学増感型感光剤を周期配列構造のパターンで露光し、該化学増感型感光剤の露光後現像前の熱処理において前記化学増感型感光剤に与える熱量に分布を持たせ、前記露光された周期配列構造のパターンの内の一定温度以上に加熱された部分のみのパターンが現像されたようにしたことを特徴とする周期配列構造のパターン形成方法。

【請求項2】

請求項1に記載のパターン形成方法において、

前記露光後現像前の熱処理は、赤外線ランプあるいは赤外線レーザからの赤外線光により加熱して前記化学増感型感光剤に与える熱量に分布を持たせる処理であることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項3】

請求項1に記載のパターン形成方法において、

前記露光後現像前の熱処理は、凹凸形状の加熱プレートの凸部を前記化学増感型感光剤に接触又は近接させて加熱して前記化学増感型感光剤に与える熱量に分布を持たせる処理であることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項4】

ひとつの光源で発生した略コヒーレントな光を複数の光波に分波し互いに干渉させ、試料の上面に予め塗布した化学増感型感光剤を周期配列構造のパターンで露光する干渉露光手段と、該干渉露光手段により前記パターンで露光された前記化学増感型感光剤を有する前記試料に対して異なる分布で熱量を与えて前記試料表面に温度分布を形成する加熱手段とを具備することを特徴とする周期配列構造のパターン形成装置。

【請求項5】

請求項4に記載のパターン形成装置において、

前記加熱手段は、赤外線光を前記化学増感型感光剤に対して部分的に走査する赤外線走査機構からなることを特徴とするパターン形成装置。

【請求項6】

請求項4に記載のパターン形成装置において、

前記加熱手段は、赤外線光を透過する部分と遮蔽する部分を有し前記化学増感型感光剤に対面して配置されるマスクと、該マスクに対して前記化学増感型感光剤と反対側から前記赤外線を一様に照射する赤外線光源とからなることを特徴とするパターン形成装置。

【請求項7】

請求項4に記載のパターン形成装置において、

前記加熱手段は、前記化学増感型感光剤に対面する側が凹凸形状に形成され所定の温度に加熱された加熱プレートからなることを特徴とするパターン形成装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体集積回路やオプトエレクトロニクスの分野、あるいは光通信分野で使用される平面光波回路（光集積回路）において、フォトニック結晶等の光の波長オーダーのパターン中に欠陥を導入した周期配列構造のパターン形成方法および形成装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

近年、光の波長よりも小さな周期で配列した周期配列構造のパターンを屈折率の異なる2つの媒体で形成し、これに構造欠陥部分を作製して光の透過／遮断等を制御するフォトニック結晶の研究が精力的に行われている。具体的には、フォトニック結晶を利用した光導波路、フィルタ、レーザ、LEDなどの光機能素子の研究開発である。これらの研究開

発では、周期的な配列構造のパターン中的一部分に構造欠陥を作製する必要がある。現在では、レチクルを使用した投影露光方式の光露法あるいはマスクを必要としない電子線露光法などのパターン形成方法を用いてこのような構造のパターンを作製している。半導体集積回路においてもこれらの露光法を利用してパターン形成をしている。

【0003】

特にフォトニック結晶のような周期性をもつ配列構造のパターンの作製には、現在主として電子線露光法が用いられている。その理由は、現在は設計・作製・評価を一連の流れとしてこれを繰り返して研究を進めている段階であり、マスクを必要としない電子線露光法がパターン創製という点で優れ、かつプロセスが単純であるためである。光学素子に使用される電子線露光法には、主フィールド、副フィールド、ショットの接続に非常に高い精度が要求されている。単なる電気的な配線の場合と異なり、これらの精度が低いと作製した周期配列構造のパターンの周期性が乱れ、その結果として伝播する光が散乱あるいは反射してしまい、光学素子内での光の伝搬損失が大きくなってしまう問題となるからである。

【0004】

このような問題を避けるために、光の波としての性質を利用した2光波干渉露光法を用いて周期性をもつ配列構造のパターンを形成する方法が適用される場合がある。これは、回折格子あるいはグレーティングなどの素子に適用されている場合が多い。2光波干渉露光法では、一般にコヒーレントな光であるレーザ光をビームスプリッタで2つの光波に分波して干渉させるため、非常に周期性の高い配列構造のパターンを形成することができる。2光波干渉露光に関する従来文献として特許文献1がある。

【特許文献1】米国特許第5415835号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、2光波干渉露光法は周期配列構造のパターンを高精度に作製できる反面、周期配列構造のパターンの中に一部分だけその周期性が壊れた構造を作製することができないという問題があった。このような構造の例として、フォトニック結晶のように周期性の高い配列構造でスラブ導波路を挟んだような光導波路構造などがある。

【0006】

本発明の目的は、高精度な周期配列構造のパターンの中の所望領域にその周期性が壊れた構造持たせることができるようにした周期配列構造のパターン形成方法および形成装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1にかかる発明の周期配列構造のパターン形成方法は、ひとつの光源で発生した略コヒーレントな光を複数の光波に分波し互いに干渉させて行う干渉露光法により、試料上面に予め塗布した化学増感型感光剤を周期配列構造のパターンで露光し、該化学増感型感光剤の露光後現像前の熱処理において前記化学増感型感光剤に与える熱量に分布を持たせ、前記露光された周期配列構造のパターンの内の一定温度以上に加熱された部分のみのパターンが現像されるようにしたことを特徴とする。

請求項2にかかる発明は、請求項1に記載のパターン形成方法において、前記露光後現像前の熱処理は、赤外線ランプあるいは赤外線レーザからの赤外線光により加熱して前記化学増感型感光剤に与える熱量に分布を持たせる処理であることを特徴とする。

請求項3にかかる発明は、請求項1に記載のパターン形成方法において、前記露光後現像前の熱処理は、凹凸形状の加熱プレートの凸部を前記化学増感型感光剤に接触又は近接させて加熱して前記化学増感型感光剤に与える熱量に分布を持たせる処理であることを特徴とする。

請求項4にかかる発明の周期配列構造のパターン形成装置は、ひとつの光源で発生した略コヒーレントな光を複数の光波に分波し互いに干渉させ、試料の上面に予め塗布した化学増感型感光剤を周期配列構造のパターンで露光する干渉露光手段と、該干渉露光手段に

より前記パターンで露光された前記化学増感型感光剤を有する前記試料に対して異なった分布で熱量を与えて前記試料表面に温度分布を形成する加熱手段とを具備することを特徴とする。

請求項5にかかる発明は、請求項4に記載のパターン形成装置において、前記加熱手段は、赤外線光を前記化学増感型感光剤に対して部分的に走査する赤外線走査機構からなることを特徴とする。

請求項6にかかる発明は、請求項4に記載のパターン形成装置において、前記加熱手段は、赤外線光を透過する部分と遮蔽する部分を有し前記化学増感型感光剤に対面して配置されるマスクと、該マスクに対して前記化学増感型感光剤と反対側から前記赤外線を一様に照射する赤外線光源とからなることを特徴とする。

請求項7にかかる発明は、請求項4に記載のパターン形成装置において、前記加熱手段は、前記化学増感型感光剤に対面する側が凹凸形状に形成され所定の温度に加熱された加熱プレートからなることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、ひとつの光源で発生した略コヒーレントな光を複数の光波に分波し互いに干渉させて行う干渉露光法により、試料上面に予め塗布した化学増感型感光剤を周期配列構造のパターンで露光し、その化学増感型感光剤の露光後現像前の熱処理において化学増感型感光剤に与える熱量に分布を持たせ、その結果として試料表面に温度分布を形成するので、周期性の高い配列構造のパターン中の任意の場所に構造欠陥を形成できる。化学増感型感光剤の露光後現像前の熱処理において化学増感型感光剤に与える熱量に分布を持たせるには、赤外線ランプあるいは赤外線レーザからの赤外線光により加熱する、あるいは凹凸形状の加熱プレートの凸部を前記化学増感型感光剤に接触又は近接させて加熱するので、その熱処理も簡単に実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明では、ウエハ等の試料の表面に化学増感型感光剤を塗布し、この化学増感型感光剤に複数の光波を使用する干渉露光法を用いた露光により周期配列構造のパターンを形成し、露光後で現像前のP E B (Post Exposure Bake)と呼ばれる熱処理により部分的に試料を所定温度にバークする。上記した化学増感型感光剤は、露光前バーク条件（温度、雰囲気、時間）、露光条件（露光波長、露光強度、露光時間）、露光後現像前のP E B条件（温度、雰囲気、時間）によって、形成（現像）されるパターンの品質が決まる感光剤である。例えば、適当な温度でP E B処理を行うと周期配列構造のパターンが現像される露光量であっても、P E B温度が低いと全く現像されないことがある。

【0010】

本発明ではこの特性を利用して、試料上の化学増感型感光剤を干渉露光法により露光して全面に一様に周期配列構造のパターン（潜像）を形成し、次にP E B処理時に加熱温度に不均一な分布を持たせることにより、適正露光条件とP E Bの適正温度条件の両方を満たした領域でのみ周期配列構造のパターンの形成（現像）が行われるようにし、露光されてもP E Bの適正温度条件を満たさない領域ではそのパターンが形成されないようにして、周期配列構造のパターン中に構造欠陥を導入する。

【0011】

選択的に試料表面の化学増感型感光剤をバークするには、赤外線レーザ光を走査して加熱する、マスクを試料に対向近接させて裏面より赤外線光を一様照射して加熱する、凹凸形状の加熱プレートを試料表面に接触又は近接させて加熱する、などの方法がある。

【0012】

赤外線レーザ光を使用する場合には、赤外線レーザ光源、スイッチまたはシャッター、赤外線レーザ光を2次元的に試料上の化学増感型感光剤に走査する機構等を有する赤外線走査機構を使用して、赤外線レーザ光を試料表面上の化学増感型感光剤の所望の部分のみに走査して当該所望の部分のみを加熱する。

【0013】

また、マスクを使用する場合は、赤外線光を透過する部分と遮光する部分で構成されたマスクに赤外線ランプ等の赤外線光源からの赤外線光を一様に照射し、赤外線光を透過する部分を透過した赤外線光を利用して部分的に試料表面の化学増感型感光剤を加熱する。

【0014】

加熱プレートを使用する場合には、その加熱プレートの表面（試料に対向するする面）を凹凸形状に形成する。試料上の化学増感型感光剤は、凸部が接近した部分のみP E B条件を満たし、凹部に対応する部分は温度が低すぎてP E B条件を満たさないようにする。P E B条件を満たさない部分には、化学増感型感光剤の反応メカニズムで重要な役割を果たす酸の発生量が少なすぎて反応が進まず、たとえ十分な露光量が与えられても最終的な周期配列構造のパターンを現像することができない。

【0015】

以上のようにして、本発明では、試料表面上の化学増感型感光剤に周期配列構造のパターンを一様に露光して潜像を形成し、その潜像の内の適当なP E B条件を満足した部分の周期配列構造のパターンのみが現像されるようにする。

【0016】

図1は周期配列構造のパターンの露光（潜像形成）を行うための2光波干渉露光装置（干渉露光手段）の構成図である。ウェハ等の試料1 1 4の表面には、使用するレーザ光により潜像が形成される化学増感型感光剤1 1 3をあらかじめ塗布しておき、その塗布の後で露光前にペーク処理をしておく。図1に示した2光波干渉露光装置では、レーザ光1 0 1がビームスプリッタ1 0 2で2つの分波光1 0 3, 1 0 4に分波され、それぞれの分波光1 0 3, 1 0 4はミラー1 0 5, 1 0 6で光路を変更され、レンズ1 0 7, 1 0 8で集光され、ピンホール板1 0 9, 1 1 0を通過することにより回折光1 1 1, 1 1 2となり、化学増感型感光剤1 1 3に対して異なる角度で照射され、そこで光波干渉が起こり、化学増感型感光剤1 1 3には非常に良い周期性を持ったライン・アンド・スペース状の周期配列構造のパターンの強度分布の光となって到達する。

【0017】

化学増感型感光剤1 1 3の光の強度が強い部分は、適当な温度でP E B処理するとボジ（ネガ）型感光剤の場合には溶解（不溶化）する。光の強度の弱い部分は、適当な温度でP E B処理しても溶解（不溶化）しない。さらに、光の強度が強くてもP E B処理条件が適当でないと、ボジ（ネガ）型感光剤は溶解（不溶化）しない。本発明では、露光により周期配列構造のパターンの潜像が形成された化学増感型感光剤に対して、部分的にP E B条件を満たすように、部分的な加熱処理を行う。以下にその部分的な加熱処理を行う実施例を示す。

【実施例】**【0018】**

図2は赤外線レーザ光を利用して化学増感型感光剤1 1 3を部分的に加熱する赤外線走査機構の構成図である。ここでは、部分的に試料1 1 4の表面の化学増感型感光剤1 1 3を加熱するために、化学増感型感光剤1 1 3を感光させない波長のレーザ光として赤外線レーザ光を用いる。赤外線レーザ光源2 0 1から出射した赤外線レーザ光2 0 2は、ミラー2 0 3、スイッチング用可動ミラー2 0 4を経由し、回転多面鏡2 0 5とf θレンズ2 0 6を使用した光走査光学系2 0 7により走査光2 0 8となり、化学増感型感光剤1 1 3上を走査される。このとき、試料1 4を走査光の走査方向（主走査方向）と直交する方向（副走査方向）に移動させれば、化学増感型感光剤1 1 3の所定の領域のみが加熱される。走査光を主走査方向と直交する副走査方向に同時に移動させても良い。レーザ光はスイッチング用可動ミラー2 0 4によってON/OFFされる。

【0019】

光走査光学系2 0 7はレーザ光を走査するための機構であれば、回転多面鏡2 0 5とf θレンズ2 0 6の組み合わせ以外でもかまわない。さらに、スイッチング用可動ミラー2 0 4は、これに限らず、光走査光学系2 0 7に同期した回折格子型の反射スイッチング

素子やDMDなどの反射スイッチング素子などを使用して、レーザ光のON／OFFを制御するものでも良い。以上により、スイッチング用可動ミラー204等のスイッチング素子と光走査光学系207を組み合わせて任意の部分に赤外線レーザ光を照射できるようになる。なお、レーザ光のON／OFFと走査が可能であれば、これ以外の赤外線走査機構を使用しても良い。

【0020】

以上のような赤外線レーザ光の走査とその走査のON／OFFのスイッチングが可能な赤外線走査機構を使用することで、化学増感型感光剤113に所望のパターンの熱分布を実現することができるようになる。十分な光強度で露光され、かつ、適当なPEB温度条件を満たすような熱量が与えられた領域は、化学増感型感光剤113の変質（ポジ型なら可溶化、ネガ型なら不溶化）が生じる。

【0021】

周期配列構造のパターンの形成においては、露光時の光の強度分布とPEB処理時の温度分布の2つで、感光剤変質の条件を制御することができる。この場合には、露光前ベーク処理条件はパターン形成に必要な適当な条件とする。もちろんPEB処理条件を選択して、露光強度と露光前ベーク処理条件をパラメータとして感光剤変質の条件を制御しても良いが、PEB処理条件で制御したほうが制御性が良い。

【0022】

以上の結果、2光波干渉露光装置を使用して露光した非常に精度の高い周期配列構造のパターンを試料表面の特定の領域のみに形成することができる。また、露光により潜像として形成された周期配列構造のパターンの内のある領域だけ選択的にPEB温度を上げないことが可能となり、その領域のみ最終的な周期配列構造のパターンとして現像されないようにすることができる。その場合には周期配列構造のパターン中に構造欠陥が導入されることになる。

【0023】

例えば、東京応化製の化学増感型感光剤（THMR-iP3650HP）を使用して、露光前ベークを90°Cで60秒行い、適正露光量で露光して周期配列構造のパターンの潜像を形成し、その後PEBを110°Cで90秒行うと、適当なアルカリ現像液で現像した後に周期配列構造のパターンが形成されるが、PEB温度の低い領域（例えば50°Cなど）では周期配列構造のパターンは形成されない。温度差をどの程度必要とするかは、使用する感光剤の種類と膜厚、露光条件などに強く依存する。

【実施例】

【0024】

図3は赤外線遮光マスクと赤外線を利用して化学増感型感光剤を部分的に加熱する機構の説明図である。ここでは、部分的に試料114の表面の化学増感型感光剤113を加熱するために、赤外線光源301として赤外線レーザ光あるいは赤外線ランプを用いる。赤外線光源301から放出された赤外線光303はレンズ302により光強度が均一な広い断面積の赤外線光303となる。この赤外線光303は、試料114の表面に対向して配置されパターニングされた赤外線遮光マスク306を通して試料114の表面の化学増感型感光剤113に照射される。赤外線遮光マスク306は、赤外線を透過させる材質からなる支持材304と赤外線を遮光するためのメタル305からなり、支持材304の赤外線を遮光したい部分にのみメタル305を配置したもので、赤外線透過部分と赤外線遮断部分により所望の形状のパターンが形成されている。

【0025】

この赤外線遮光マスク306は、光露光法に使用されるマスクのような構造をしていても良いし、X線マスクのような薄い赤外線透過材に赤外線遮光メタルを配置したものでも良い。また所望の形状によっては、ステンシル構造を採用しても良い。このような赤外線遮光マスク306と赤外線照射装置を使用することで、化学増感型感光剤113上に所望のパターンの熱分布を実現することができるようになる。

【0026】

十分な強度で露光され、かつ、P E B 温度条件を満たすような熱量が与えられた化学増感型感光剤1 1 3の領域は、感光剤の変質（ポジ型なら可溶化、ネガ型なら不溶化）が生じる。露光時の光の強度分布とP E B処理時の温度分布の2つで、感光剤変質の条件を制御することができる。

【0027】

以上の結果、2光波干渉露光装置を使用して露光した非常に精度の高い周期配列構造のパターンを試料表面の特定の領域のみに形成することができる。また、露光により潜像として形成された周期配列構造のパターンの内のある領域だけ選択的にP E B 温度を上げないことが可能となり、その領域のみ最終的な周期配列構造のパターンとして現像されないようにすることができる。その場合には周期配列構造のパターン中に構造欠陥が導入されることになる。

【0028】

例えば、東京応化製の化学増感型感光剤（THMR-iP3650HP）を使用して、露光前マークを9 0 ℃で6 0 秒行い、適正露光量で露光して周期配列構造のパターンの潜像を形成し、その後P E Bを1 1 0 ℃で9 0 秒行うと、適当なアルカリ現像液で現像した後に周期配列構造のパターンが形成されるが、P E B 温度の低い領域（例えば5 0 ℃など）では周期配列構造のパターンは形成されない。温度差をどの程度必要とするかは、使用する感光剤の種類と膜厚、露光条件などに強く依存する。

【0029】

なお、赤外線遮光マスクとしてアルミで作製されたステンシルマスクを用い、これと赤外線ランプを使用して、赤外線を化学増感型感光剤1 1 3の表面に照射すると、照射された部分の温度が上昇してP E B 条件を満たすことができ、その結果としてその領域に周期配列構造のパターンを形成することができる。ステンシルマスクの材料は、赤外線を遮光するものであれば、どんな材料を使用してもかまわない。

【実施例】

【0030】

図4は凹凸形状の加熱プレートを利用して化学増感型感光剤を部分的に加熱する機構の説明図である。部分的に試料1 1 4の表面の感光剤1 1 3を加熱するために、表面が凹凸形状に形成された加熱プレート4 0 1を用いる。4 0 2は凸部、4 0 3は凹部である。加熱プレート4 0 1の材質は金属でも良いしガラスなどの絶縁物でもかまわない。加熱プレート4 0 1を比較的長い時間にわたって試料1 1 4に近接させる場合には、加熱プレート4 0 1の試料1 1 4と対面しない面をヒーターにより加熱することで、加熱プレート4 0 1の試料1 1 4と対面する面の温度を制御し制御性と再現性を向上させることができる。

【0031】

ここで、化学増感型感光剤1 1 3を塗布した試料1 1 4としてのウエハ5 0 1を2光波干渉露光法で露光して凹凸形状の加熱プレート4 0 1で加熱してP E Bする手法について図5を参照して説明する。

【0032】

まず、化学増感型感光剤1 1 3を塗布したウエハ5 0 1に対して2光干渉露光装置で発生した光により露光を行う（図5(a)）。5 0 2はその光の強度分布である。この露光によって、化学増感型感光剤1 1 3には、露光した強度に相関して潜像5 0 3が形成される（図5(b)）。このウエハ5 0 1に、予め設定した温度に加熱した凹凸形状の加熱プレート4 0 1（図5(c)）を、凸部4 0 2と凹部4 0 3のパターンを有する面がウエハ5 0 1の化学増感型感光剤1 1 3の塗布された面に対向するよう近接させる（図5(d)）。加熱プレート4 0 1を化学増感型感光剤1 1 3に接触させても良いが、場合によってはパターンが崩れる可能性がある。近接させることで、加熱プレート4 0 1の凸部4 0 2に近接した感光剤部分がP E B 条件を満たし、凹部4 0 3に近接した感光剤部分がP E B 条件を満たさないように、加熱プレート4 0 1の材質・凹凸の深さ・凹凸の形状・温度などの条件は予め決定しておく。このように表面が凹凸形状の加熱プレート4 0 1を使用することで、所望のパターンの熱分布を化学増感型感光剤1 1 3上に実現することができるよう

なる。化学増感型感光剤113において、十分な強度で露光され、かつ、P E B温度条件を満たすような熱量が与えられた加熱領域504(図5(e))には、感光剤の変質(ポジ型なら可溶化、ネガ型なら不溶化)が生じる。露光時の光の強度分布とP E B処理時の温度分布の2つで、感光剤変質の条件を制御することができる。

【0033】

以上の結果、2光波干渉露光装置を使用して露光した非常に精度の高い周期配列構造のパターン505を試料表面の特定の領域のみに形成することができる(図5(f))。また、露光により潜像として形成された周期配列構造のパターンの内のある領域だけ選択的にP E B温度を上げないことが可能となり、その領域のみ最終的な周期配列構造のパターンとして現像されないようにすることができる。その場合には周期配列構造のパターン中に構造欠陥が導入されることになる。

【0034】

例えば、東京応化製の化学増感型感光剤(THMR-iP3650HP)を使用して、露光前マークを90°Cで60秒行い、適正露光量で露光して周期配列構造のパターンの潜像を形成し、その後P E Bを110°Cで90秒行うと、適当なアルカリ現像液で現像した後に周期配列構造のパターンが形成されるが、P E B温度の低い領域(例えば50°Cなど)では周期配列構造のパターンは形成されない。温度差をどの程度必要とするかは、使用する感光剤の種類と膜厚、露光条件などに強く依存する。

【0035】

この場合、ヒータを内蔵し表面に凹凸を有する加熱プレートを周期配列構造のパターンの潜像を形成した化学増感型感光剤に近接させるとき、そのギャップを0μm～数mmにすると、凸部が近接した部分の化学増感型感光剤の温度がP E B条件を満たした際に、その部分にのみ周期配列構造のパターンが形成される。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】2光波干渉露光装置の構成図である。

【図2】赤外線走査機構の構成図である。

【図3】マスクを使用して赤外線を部分的に照射して加熱する機構の構成図である。

【図4】凹凸形状の加熱プレートを使用して加熱する機構の構成図である。

【図5】ウエハ上の化学増感感光剤に対し露光し凹凸形状の加熱プレートを使用して加熱する処理の説明図である。

【符号の説明】

【0037】

101：レーザ光

102：ビームスプリッタ

103, 104：分波光

105, 106：ミラー

107, 108：レンズ

109, 110：ピンホール板

111, 112：回折光

113：化学増感型感光剤

114：試料

201：レーザ光源

202：レーザ光

203：ミラー

204：スイッチング用可動ミラー

205：回転多面鏡

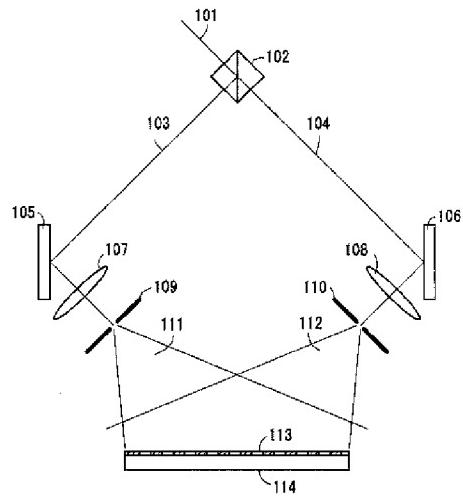
206：fθレンズ

207：光走査光学系

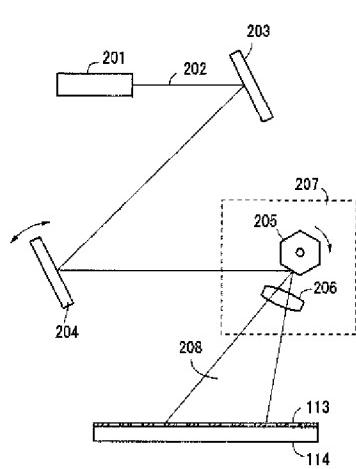
208：走査光

- 301：赤外線光源
 302：レンズ
 303：赤外線光
 304：支持材
 305：メタル
 306：赤外線遮光マスク
 401：凹凸形状の加熱プレート
 402：凸部
 403：凹部
 501：ウエハ
 502：露光光の強度分布
 503：潜像
 504：加熱領域
 505：現像後のパターン

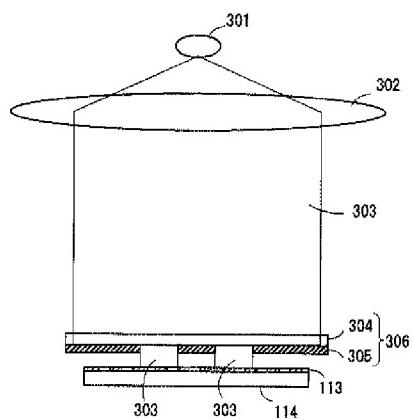
【図1】



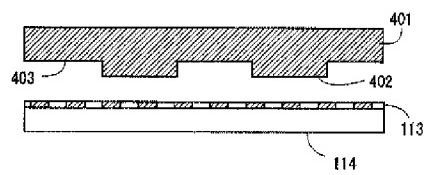
【図2】



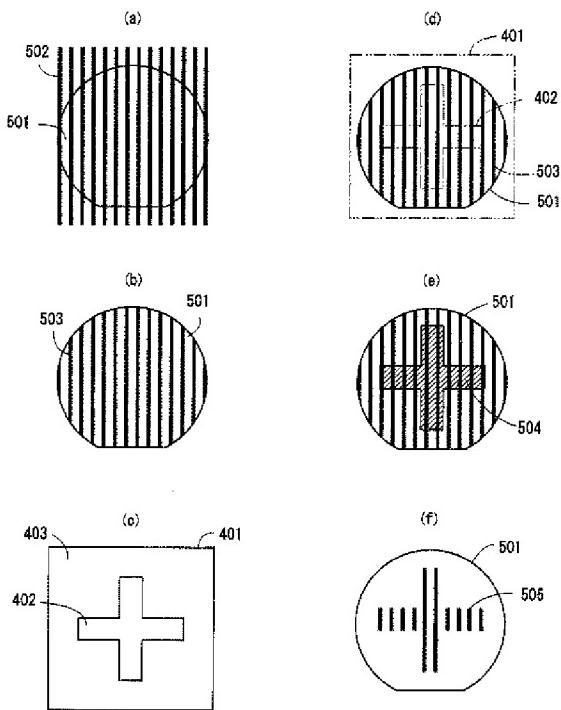
【図3】



【図4】



【図5】



(51)Int.Cl.⁷H 01 L 21/027
// G 03 F 7/38

F I

G 02 B 6/12 Z
G 02 B 6/12 M
G 03 F 7/38 5 1 1

テーマコード(参考)